



## **Evaluación de un inventario modificado para determinar habilidad manual en monos: comparación y análisis evolutivo con la destreza manual humana.**

**Ratti S. G. (1,3), Rabello P. (2), Tavares M. C. (2), Tomaz C. (2), Alvarez E. O. (1).**

**(1) Área de Farmacología. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Cuyo. IMBECU-CONICET. Mendoza. Argentina. (2) Centro de Primates. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Instituto de Biología. Universidad de Brasilia. Brasilia. Brasil. (3) Departamento de Investigación. Instituto Universitario de Ciencias de la Salud. Fundación H. Barceló. Sede La Rioja.**

**Palabras clave:** lateralidad, asimetría, inventario de Edimburgo, uso de la mano, monos, niños en edad escolar, *Cebus spp.*

**Key words:** laterality, asymmetry, Edimburg inventory, handedness, monkeys, school children, *Cebus species.*

### **Resumen**

El mecanismo mediante el cual el hombre hace uso preferencial de una mano para manipular o efectuar tareas complejas ha sido intensamente estudiado. En estos últimos años, se ha encontrado que la lateralidad mecánica no es privativa de los humanos, sino que está también presente en organismos evolutivamente inferiores al hombre. Sin embargo, dado que los estudios hasta ahora han validado destreza manual en animales con pruebas que hacen uso de algunas habilidades, surge la duda y el desacuerdo con respecto a la supuesta "lateralidad" en especies no humanas. En este trabajo, se modificó el Inventario de Edimburgo, que evalúa destreza manual en humanos y se adaptó para usarlo en monos. Este Inventario se eligió porque las pruebas que tiene son variadas y exploran la conducta espontánea del sujeto bajo diferentes perspectivas. El Inventario Modificado se aplicó a 11 monos *Cebus spp* y se encontró lateralidad en la mayoría de los animales. La proporción de monos diestros a nivel poblacional fue de un 63.6% que no resultó estadísticamente superior al 36.4% restante no-diestro. La comparación con una muestra de 30 niños en edad escolar, a los cuales se les aplicó el Inventario de Edimburgo, reveló la conocida proporción de un 90% diestro y un 10% no-diestro. Los datos sugieren que el Inventario Modificado puede aplicarse a las especies de primates no humanas para evaluar lateralidad, de tal forma que ayudará a entender el papel de los cambios evolutivos de esta función en la historia del hombre.

### **Abstract**

Mechanisms by which man use preferentially one hand over the other have been intensely studied in the past years. Recently, it has been found that manual laterality is not an exclusively function of human beings. Evidence supports laterality in other less evolutionary living systems, including the non human primates which share with man the use of hands. In spite that many workers have provided evidence about laterality in animals, experimental tests applied have been limited to just a few mechanical abilities of animals. In the present work, acknowledging the potency of the Edinburgh Inventory for evaluating hand skill in humans, a modified

version adapted to monkeys was used in order to discern manual skill in tufted capuchins (*Cebus spp*). Results confirmed that laterality for hand use is present in monkeys. Nevertheless, at population level, statistically similar proportions were found for right hand users and non-right hand users (63.6% versus 36.4%), which contrasted with the 90% right hand users and 10% non-right hand users in a sample of school children, tested with the Edinburgh Inventory. Present results give support to the Modified Inventory for monkeys and it is proposed that it could be used to test other non-human primates where manual laterality is under issue.

## **Introducción**

La lateralidad cerebral y sus orígenes en la evolución de los sistemas biológicos complejos es un tema de continua preocupación en las Neurociencias. A pesar que como concepto no es particularmente novedoso, dado que fue propuesto por primera vez en el siglo 19 por Broca para señalar la especialización de la corteza del hemisferio izquierdo en la génesis del lenguaje oral, sigue llamando la atención de los investigadores que han revelado aspectos complementarios al de la lateralización cognitiva originalmente descubierta por Broca (1-9). En su época, considerada como un aspecto particular de las funciones cerebrales, se ha acumulado hoy la suficiente evidencia que permite plantear para la lateralización un papel mucho más amplio que el que se creía (10-18). El fenómeno de "lateralidad", referido al hecho de la especialización funcional de uno de los dos circuitos neurales presentes en los hemisferios del cerebro, ha revelado expresarse en otros aspectos que permiten especular que pudiera tratarse de un mecanismo nervioso "básico" movido por algoritmos determinados. Así por ejemplo, se ha descrito la existencia de lateralidad en las acciones motoras del agarre virtual con la mano en determinados modelos experimentales donde el hemisferio izquierdo se desempeña mejor que el derecho en humanos (19); se ha detectado en dos tipos de músculos de la cara, actividad electromiográfica distintiva para estímulos emocionales de "alegría" o "furia" con respuestas mayores del hemisferio derecho (20); se ha registrado también en humanos mejor habilidad para generar imágenes usando estrategias espaciales categóricas en el hemisferio izquierdo que en el derecho y -a su vez- mejor habilidad en estrategias espaciales métricas en el hemisferio derecho que en el izquierdo (21); se ha encontrado mayor actividad de la corteza cerebral perisilviana izquierda en la percepción musical de ritmos en personas con entrenamiento musical (16) y mejor tiempo de reacción para tareas unimanuales cuando el estímulo es ipsilateral a la mano dominante (22). Entre todas estas funciones, se destaca el estudio del uso preferencial de la mano en el hombre que ha generado grandes polémicas de carácter filosófico y evolutivo (6, 23-25). A pesar que existen muchas evidencias que el uso de la mano tiene determinantes genéticos (6, 23, 25), aún subsiste el debate de la influencia cultural (26, 27). Parte de la discrepancia se debe a que el criterio de "destreza manual" ha sido utilizado de diversas maneras y para su determinación, se ha restringido a ciertas habilidades cognitivas susceptibles de ser influenciadas por la cultura, como es el caso de la escritura (28). En otras ocasiones, se ha recurrido a una prueba de habilidad y rapidez para operar un sistema mecánico particular donde la influencia cultural no parece tener tanta importancia (23). No obstante, esta técnica basada en la ejecución de una tarea particular, presenta el inconveniente de explorar en los individuos testados solamente un tipo determinado de habilidad manual. De todos los sistemas usados, el Inventario de Edimburgo, que utiliza un conjunto de diferentes pruebas evaluando distintos aspectos de destreza manual espontánea es el más balanceado y criterioso para cuantificar la habilidad del uso de la mano en el hombre (29). Existe la creencia que la lateralidad mecánica, como el uso preferencial de la mano, es un aspecto distintivo exclusivo de la especie humana (30, 31). Sin embargo, recientemente se han encontrado evidencias que esta lateralidad en diversas variantes también existe en especies más primitivas (14, 32, 5, 33, 10, 34, 35). Esta evidencia sugiere que la lateralidad como función se ha desarrollado en el tiempo y ha alcanzado en el hom-

bre su complejidad más alta. A pesar que se han realizado distintos estudios en primates no humanos donde se ha encontrado algún tipo de lateralización, principalmente en lo que se refiere al uso de instrumentos o herramientas, las pruebas realizadas se han restringido a explorar un solo tipo de habilidad manual. Por lo tanto, subsiste la duda si la lateralidad encontrada en estos organismos, obedece a una función claramente establecida en la evolución o es simplemente el resultado fortuito de una situación forzada, por lo tanto reducida en proyección. Hasta donde nuestro conocimiento nos permite, no se han aplicado en primates no humanos, un conjunto de pruebas organizadas como es el caso del Inventario de Edimburgo para determinar la habilidad manual en la especie humana. Disponer de una herramienta de esta naturaleza en organismos menos complejos, ayudaría enormemente a uniformar criterios y a generar conclusiones más estables respecto al camino evolutivo del desarrollo de la destreza manual hasta el hombre. El objetivo de este trabajo entonces, ha sido utilizar un conjunto de pruebas ordenadas en un protocolo establecido, adaptado del Inventario del Uso de la Mano de Edimburgo y aplicarlo a una muestra de monos en cautiverio. Adicionalmente, estos datos se compararon desde un punto de vista evolutivo con los obtenidos en una muestra de niños escolarizados.

## **Material y Métodos**

### **Experimento N°1:** Determinación de destreza manual en niños

Con el objeto de comparar evolutivamente la especie humana con los primates no humanos, se decidió trabajar con una muestra de 30 niños escolarizados, elegidos aleatoriamente de las escuelas de instrucción primaria de la región central de la provincia de La Rioja. Los niños tenían una edad comprendida entre 9 y 13 años y no se hizo distinción de sexo. Cuando en algunos casos se encontraron niños con capacidades disminuidas, estos fueron excluidos del estudio. Antes de la aplicación de los protocolos correspondientes, a todos los niños seleccionados se les proporcionó formularios de Consentimiento Informado, aprobado por el Comité de Bioética del Hospital de Clínicas de José de San Martín, Universidad de Buenos Aires, en donde se les especificó en detalle todo el procedimiento experimental y fueron firmados por su aprobación tanto por los niños como por sus padres. Los niños seleccionados fueron evaluados por pruebas psicológicas con el objeto de establecer su status, habilidades y coeficiente intelectual. Las pruebas usadas fueron: (1) el Test Proyectivo de los Colores de Lüscher que evalúa la presencia de alteraciones psicopatológicas (36); (2) el Test Proyectivo de los Dibujos de Wartegg que evalúa la maduración emocional (37) y el Test de las Matrices Progresivas de Raven para medir coeficiente de inteligencia (38). Aquellos niños que después de estas pruebas, se les encontraba alguna deficiencia, fueron descartados del estudio. El Inventario de Edimburgo fue tomado personalmente por los investigadores en forma individual a cada niño, registrando las respuestas de acuerdo a las tareas solicitadas. El Inventario consistió de las siguientes tareas:

- 1) Enhebrar una aguja
- 2) Recortar una figura con una tijera
- 3) Escribir un texto libremente
- 4) Dibujar un tema libre
- 5) Borrar con una goma
- 6) Arrojar una pelota con una mano
- 7) Golpear una pelota con una raqueta
- 8) Cortar un mazo de cartas
- 9) Usar el cuchillo de los cubiertos para cortar
- 10) Golpear con un matamoscas
- 11) Encender un fósforo
- 12) Limpiarse los dientes con un cepillo

La aplicación de los ítems del Inventario generó un score que permite distinguir la intensidad de la destreza manual. Sin embargo en este estudio, todas las categorías del mismo signo que implicaron uso de la mano derecha se agruparon en una sola como "diestro". Los niños ambidextros o zurdos, se agruparon en la categoría de "no diestros". De esta forma, los resultados se presentan dicotómicamente en dos clases mutuamente excluyentes de "diestros" y "no-diestros".

## **Experimento N° 2:** Determinación de destreza manual en monos

Se trabajó con un total de 18 monos *Cebus spp*, la mayoría adultos, viviendo en cautiverio en el Centro de Primates de la Universidad de Brasilia, Instituto de Biología, Brasilia, Brasil. Siete animales se descartaron del estudio por diversas razones, incluyendo poco interés de los sujetos, interferencias ajenas al animal o sujetos demasiado juveniles que no entendieron las consignas de las pruebas. Por lo tanto, el número final de monos trabajados fue de 11. Las sesiones de trabajo se realizaron en forma continua, utilizando luz natural y con una duración aproximada de 15-30 min por animal, aislados individualmente en el compartimiento de trabajo (Fig. 1). Tres investigadores estuvieron presentes en la sesión. Dos de ellos se localizaron lateralmente a cada lado del panel de trabajo y el tercero se colocó frente a frente al animal filmando el comportamiento durante la prueba. Los investigadores y los animales estaban separados por una malla de alambre, con agujeros regulares, a través de los cuales los monos podían introducir sus manos y gran parte del brazo. La mesa de trabajo tenía un panel deslizante que ocultaba al animal los objetos que se colocaban en la mesada. En el momento de inicio de la prueba, el panel se levantaba y el mono tenía acceso a la mesada (Fig. 1). Las instrucciones iniciales de la prueba, eran expuestas siempre por el mismo investigador ubicado a la izquierda del animal. La sesión fue registrada por filmación digital DVD en una cámara Sony, Modelo DCR-DVD205 con discos miniDVD, formato NTSC para su análisis posterior.

## **Adaptación del Inventario de Edimburgo para los monos.**

Cada uno de los ítems del Inventario de Edimburgo se modificó y se adaptó a las habilidades que los monos pueden hacer según observaciones de actitudes y comportamientos espontáneos de los animales. En la Tabla 1, se muestra en forma comparativa, las pruebas del Inventario para humanos, la habilidad muestreada y su traducción equivalente para los animales.

<b>Inventario de Edimburgo</b>			<b>Inventario adaptado a los monos</b>	
<b>Tarea N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>Descripción técnica</b>	<b>Identificación</b>	<b>Descripción práctica</b>
1	Enhebrar una aguja.	Habilidad bimanual, mano dominante.	Tomar un palito de dulce.	Tomar un palo de dulce de un vaso lleno.
2	Recortar una figura con una tijera.	Habilidad bimanual, mano dominante.	Abrir una botella.	Desenroscar botella y sacar maníes.
3	Escribir un texto libre.	Habilidad bimanual, mano dominante.	Caja de maníes.	Levantar una tapa y sacar maní.
4	Dibujar un tema libre.	Coordinación y manejo instrumento.	Tiza.	Tomar una tiza y agitar/o rayar.
5	Borrar con una	Coordinación y	Esponja.	Tomar la esponja y

	goma.	manejo instru- mento.		agitarla.
6	Arrojar una pelota con una mano.	Coordinación mano.	Tomar un maní.	Sacar un palillo de dulce de la mesa.
7	Golpear una bola con una raqueta.	Coordinación brazo mano.	Sacar una argolla.	Tomar una argolla y levantarla.
8	Cortar un mazo de cartas.	Habilidad bimanual, mano dominante.	Separar cubos.	Sacar un cubo y tomar maní.
9	Usar el cuchillo de los cubiertos para cortar.	Habilidad bimanual, mano dominante.	Usar cuchara.	Tomar cuchara de madera y untar dulce de un vaso.
10	Golpear con matamoscas.	Coordinación brazo mano.	Matamoscas.	Tomar matamoscas y acercarlo.
11	Encender un fósforo.	Habilidad bimanual, mano dominante.	Untar con la mano.	Empapar con dedo gotas de yogurt.
12	Limpiarse los dientes.	Coordinación mano.	tubo relleno con miel.	Sujetar un tubo hueco con una mano y con la otra sacar la miel.

Se trató en la medida de lo posible respetar la secuencia de movimientos, la coordinación de dedos y mano para reemplazar la tarea humana en la animal. En el análisis de la destreza manual de los monos, se consideró como criterio de clasificación la mano dominante y la mano secundaria. Se definió como "mano dominante", aquella que el animal utiliza para manipular, tirar, girar, empujar, golpear o emplear usando sus dedos como una extensión de herramienta. Se consideró "mano secundaria" aquella que el animal usa fundamentalmente como soporte o apoyo para facilitar el empleo de la otra mano. La mano "dominante" es aquella que el animal en forma espontánea y sin restricciones de entorno, utiliza de inmediato para resolver un problema. Cuando los monos usan como mano dominante la derecha, se clasificaron como "diestros". Cuando los monos usan como mano dominante la izquierda o indistintamente ambas, se clasificaron como "no diestros".

### **El Inventario para los monos fue el siguiente:**

**Tarea Nº 1:** Tomar un palito de dulce. Se le ofreció al animal un vaso lleno con palitos de dulce. El vaso se posicionó central al rostro y cuerpo del animal, de manera que podía efectuar la tarea con la mano izquierda o la derecha. Se consideró tarea exitosa cuando:

- i) Con la mano dominante extraía un palito.
- ii) Con la mano secundaria sostenía el vaso y sacaba con la dominante el palito.
- iii) Con la mano secundaria en la malla, con la dominante extraía el palito.
- iv) Con la mano secundaria en la malla, o en el vaso, extraía varios palitos al mismo tiempo con la dominante.

**Tarea Nº 2:** Abrir una botella. Delante del animal, se introdujeron varios maníes en una botella de plástico transparente. Se enroscó la tapa y se le ofreció completa. Se consideró tarea exitosa cuando:

- i) Desenrosca la botella con la mano dominante, mientras la sujeta con la secundaria.
- ii) Desenrosca la botella con los dientes, sujetándola con ambas manos y emplea la dominante para sacar los maníes.

**Tarea Nº 3:** Caja de maníes. Delante del animal, se introdujeron varios maníes en una caja de madera con tapa de vidrio transparente. Se abrió y se dejó cerrar la tapa varias veces. Luego, se le ofreció centralmente a la posición del animal. Se consideró tarea exitosa cuando:

- i) Toma la caja y levanta la tapa con la mano dominante, mientras que con la secundaria saca los maníes.

**Tarea Nº 4:** Tiza. Inicialmente, con la persiana abajo, se coloca en el centro un pedazo de tiza. Después de abrir la persiana, se toma la tiza y se hacen rayas en la mesa con movimientos laterales. Se consideró tarea exitosa cuando:

- i) El animal toma la tiza con la mano dominante y la agita en el aire.
- ii) El animal toma la tiza con la mano dominante y repite el rayado en la mesa.

**Tarea Nº 5:** Esponja. Delante del animal, se toma una esponja de lavar platos y se limpia con movimientos laterales y a lo largo del plano el centro de la mesa. Se consideró tarea exitosa cuando:

- i) El animal toma la esponja con la mano dominante y la agita en el aire.
- ii) Toma la esponja con la mano dominante y la agita en la mesa.
- iii) Toma la esponja con la mano dominante, la introduce al interior del compartimiento de prueba y la frota con cualquier superficie.

**Tarea Nº 6:** Tomar un maní. Con la persiana abajo, se coloca un maní en el centro de la mesa. Al levantar la persiana, queda disponible para el animal. Se consideró éxito, cuando:

- i) El animal se lleva el maní a su boca con la mano dominante.

**Tarea Nº 7:** Sacar una argolla. Delante del animal, se coloca un pedestal con un tubo sólido de 25 cm de altura en el centro de la mesada. Luego, se unta una argolla de plástico en un borde y se introduce en el tubo hasta que cae en la base. Se consideró tarea exitosa, cuando:

- i) Toma la argolla con la mano dominante y trata de levantarla para sacarla del tubo.
- ii) Toma la argolla con la mano dominante y la agita sin sacarla.
- iii) Toma el tubo con ambas manos, lo inclina hacia su cuerpo e intenta sacar la argolla con la mano dominante.

**Tarea Nº 8:** Separar cubos. Con la persiana abajo, se coloca en el centro de la mesada 1 cubo de 5 cm de altura. Sobre su cara superior, se depositan 2 maníes que se cubren con un segundo cubo de las mismas dimensiones puesto inmediatamente encima. Luego, se abre la persiana y se presenta al animal. Se consideró tarea exitosa cuando:

- i) Levanta con la mano dominante el cubo superior y con la secundaria toma los maníes.

**Tarea Nº 9:** Usar cuchara. Delante del animal, se muestra un vaso de plástico con miel. De otro vaso, se saca una cuchara de madera, se introduce en el vaso, se unta y se le ofrece al animal. Luego, se presenta el vaso con las cucharas de madera y el vaso con miel. Se consideró tarea exitosa cuando:

i) El animal saca con la mano dominante la cuchara de madera y la unta en el vaso con miel.

**Tarea Nº 10:** Matamoscas. Delante del animal, se coloca una gota de miel en el extremo distal de un matamoscas de plástico. Luego se acerca por el mango y por el centro de la mesa hasta su alcance. Se consideró tarea exitosa cuando:

i) Toma el mango del matamoscas con la mano dominante y lo acerca a su cuerpo.  
ii) Toma el mango del matamoscas con ambas manos, lo levanta, con la secundaria sujeta el mango y con la dominante dobla el cuerpo y lo acerca a su boca.

**Tarea Nº 11:** Untar con la mano. Con la persiana abajo, se coloca una gota de yogurt en el centro de la mesada. Se levanta la persiana y se le presenta al animal. Se consideró tarea exitosa cuando:

i) Saca un brazo y con un dedo de la mano dominante lo unta en el alimento y se lo lleva a la boca.  
ii) Saca un brazo y con la mano dominante (varios dedos) lo unta en el alimento y se los lleva a la boca.

**Tarea Nº 12:** Tubo relleno con miel. Delante del animal, se toma un tubo de 15 cm de longitud, hueco y en su interior se le pone miel. Luego se le ofrece. Se consideró tarea exitosa cuando:

i) Toma el tubo con la mano secundaria y con la dominante introduce un dedo en el interior y saca la miel.

En principio, este Inventario puede generar un escore similar al de Edimburgo para medir la "intensidad" de la destreza manual. Sin embargo, en la práctica no resultó viable porque los animales no completaron siempre todas las pruebas, requisito fundamental para utilizar el escore. Seis animales respondieron aproximadamente el 83% del Inventario y el resto el 100%. Dado que en los niños, el escore no fue considerado, la ausencia de esta característica en el Inventario Modificado no perjudicó el análisis.

### **Análisis estadístico de los datos**

Cada uno de los ítems del Inventario Modificado, se puede considerar como la oportunidad donde se puede presentar en forma espontánea un evento de dos mutuamente excluyentes, diestro o no diestro. Suponiendo ausencia de preferencia particular, es razonable describir que tanto el evento diestro como no diestro tienen una probabilidad de ocurrencia de 0.5. Por lo tanto, se utilizó la Distribución Binomial para analizar la significancia de la frecuencia de sucesos diestro cuando su probabilidad de ocurrencia es igual a 0.5. Un  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativa. La comparación de las proporciones de sujetos diestros versus no diestros, se realizó con la Prueba de  $X^2$ , con igual nivel de significancia.

## Resultados

En la Tabla Nº 2 se muestran las características demográficas de la muestra de 30 niños en edad escolar primaria de las escuelas de la ciudad de La Rioja. Como puede verse, los sujetos muestreados se encuentran en el rango de normalidad. La aplicación del Inventario de Edimburgo mostró un predominio del 90% de niños que usaron preferentemente la mano derecha (Figura 2). Este porcentaje fue estadísticamente significativo con respecto al 10% de los niños no diestros. La aplicación del Inventario Modificado mostró en la muestra de monos un 63.6% de animales diestros y un 36.4% de animales no diestros (Figura 2). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

## Discusión

El porcentaje de 90% de niños que usan la mano derecha encontrado en este estudio está de acuerdo con las cifras publicadas de un 89-91% para el uso de la mano a nivel mundial (39, 40, 30, 6). Considerando que no todas las descripciones publicadas en la literatura han usado el Inventario de Edimburgo, se puede decir que el Inventario tiene una concordancia bastante aceptable para distinguir personas que usan preferentemente una mano. El Inventario Modificado, tal como se aplicó en la muestra de monos de este trabajo, reveló una proporción prácticamente igual de monos diestros como no diestros (Fig. 2). Antes de considerar el posible valor proyectivo de estas cifras, conviene analizar si los datos obtenidos no se pueden explicar de otra manera, descartando así la capacidad determinante del Inventario Modificado. Se podría argumentar que las modificaciones efectuadas al Inventario original, no fueron eficaces porque en el presente diseño experimental, los monos respondieron a las pruebas no por entendimiento de la consigna y de manera espontánea sino más bien por imitación de las maniobras de la investigadora. Si esta explicación fuera válida, esto querría decir que las respuestas de los animales serían en imagen espejo a las mostraciones de la investigadora. Dado que ella estaba ubicada a la izquierda de los sujetos testados, los monos deberían haber utilizado siempre la mano derecha. La aplicación de la Distribución Binomial invalida esta posibilidad. Si se supone que la probabilidad de responder en imagen espejo con la derecha a cada acción de la investigadora es igual a 0.95, dejando una variación del 5%, se tendría que haber encontrado no menos de 8 monos diestros del total de 11 examinados. El hecho de haber detectado hasta 7 de 11 (63.6%) es un evento cuya probabilidad es igual a 0.0016, considerablemente más baja que 0.05 prefijada como nivel de significancia. Por lo tanto, es razonable pensar que la respuesta de los monos obedece a una conducta espontánea relacionada con su lateralidad manual y que es independiente de la imitación. Un segundo punto interesante por analizar es la descripción que la lateralidad manual en los monos depende del tipo de tarea que está realizando (41, 42). Las tareas novedosas y complejas que utilizan acciones motoras finas y coordinadas, tienden a generar uso preferencial de las manos a nivel poblacional; en cambio, tareas sencillas o más ensayadas originan una distribución más simétrica y no preferencial (41, 42). El Inventario Modificado contiene una mezcla de ambos tipos de tareas, por lo tanto es razonable suponer que la información generada sea de una naturaleza modulada y suavizada por el peso relativo de ambas contribuciones. Esta característica podría tener la ventaja de ser más globalmente representativa de las habilidades preferenciales de los animales. En este sentido, Spinozzi y Cacchiarelli (32), utilizando tres tareas de complejidad variable, han encontrado en monos de la misma especie que los usados en el presente trabajo, una importante variación de la preferencia manual, según la complejidad de la tarea. En aquellas por discriminación táctil, los monos mostraron entre un 15.3-19.2% de uso preferencial de la mano derecha, con un 84.7-80.8% de preferencia no diestra. En cambio, en la tarea por alcance visual de objetos, estas proporciones cambiaron a un 71.4% de diestros y un 28.6% de no diestros. A primera vista, estos datos parecen discrepar con los obtenidos en este estudio. Sin embargo, esta

disparidad solo podría ser aparente. Estos autores emplearon tres pruebas para su evaluación de la destreza manual, de donde solo una fue de menor complejidad (32). Cuando se promedia el porcentaje de diestros obtenido de cualquiera de las dos pruebas de mayor complejidad con la de menor complejidad, el resultado es de aproximadamente un 44% para diestros y de 56% para los no-diestros. Estas cifras están muy próximas a las obtenidas en este estudio, indicando que la discrepancia entre ambas técnicas es menor y estaría dada por el hecho que Spinozzi y Cacchiarelli emplearon una tarea de gran complejidad (discriminación táctil) que no tiene una estricta equivalencia con las usadas en nuestro Inventario. De todas maneras, es interesante considerar que la prueba de nuestro Inventario que más se acerca a la de discriminación táctil de los mencionados autores ("abrir una botella"), discriminó entre los 9 monos que la efectuaron, 3 diestros (33.3%) y 6 no-diestros (66.7%), cifras que no alcanzan a ser estadísticamente significativas para un n tan pequeño, pero sugerentes y apoyando los resultados y conclusiones de Spinozzi y Cacchiarelli (32).

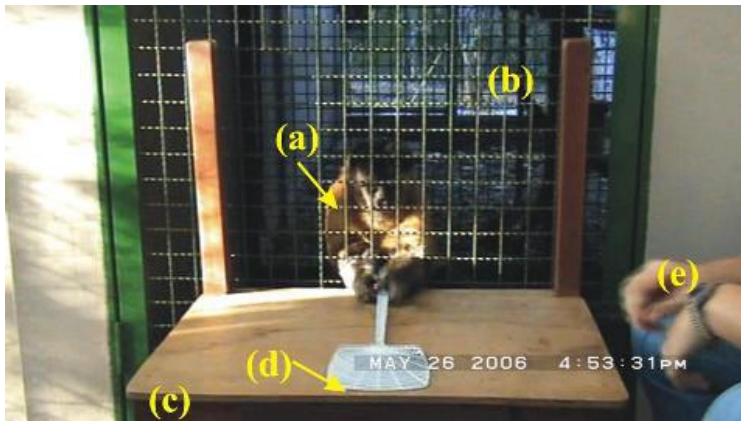
Los datos obtenidos en este trabajo respaldan la idea que los monos del Nuevo Mundo presentan lateralidad, aun cuando a nivel poblacional no se encuentre una preferencia por el uso exclusivo de una mano sobre la otra. Estas conclusiones están de acuerdo con la obtenida por otros autores, utilizando técnicas diferentes en la misma especie de monos (5, 43). También, nuestros datos en los monos ponen en relieve la existencia de 2 mecanismos genéticos distintos; aquellos que tienen que ver con el desarrollo de la lateralidad propiamente tal y aquellos que deciden cual de los 2 hemisferios cerebrales se especializará para el control de la destreza en el sujeto. En el hombre, estos mecanismos parecen expresarse en la misma dirección.

Finalmente, la comparación entre niños en edad escolar y la muestra de monos en este trabajo, permite hipotetizar el salto evolutivo que debió haber ocurrido en la historia del hombre desde ancestros primitivos que empezaban a utilizar herramientas hasta la situación actual. La especie de *Cebus* apella es una de las que usan piedras como elementos cortantes en condiciones semejantes a las que se piensa tenía el hombre primitivo (44, 45). Se cree que la lateralidad manual en el hombre surgió como resultado de una fuerte presión de selección para el empleo de elementos cortantes y piedras como herramientas que extendieron la utilidad de las manos (46, 47). Aún cuando esta hipótesis podría fundamentar la ventaja evolutiva de la lateralidad, sigue siendo un misterio por qué en el hombre predominó la destreza manual derecha. La confirmación de este hecho ampliamente conocido en nuestra muestra de niños escolarizados con el 90% de diestros, solo insiste en la incógnita de la destreza diestra de los humanos y apoya la idea que *Cebus* spp podría ser un modelo actual de aquellos pro-homínidos, en donde en la prehistoria humana, el uso de la mano evolucionó hacia la derecha (48).

### **En conclusión:**

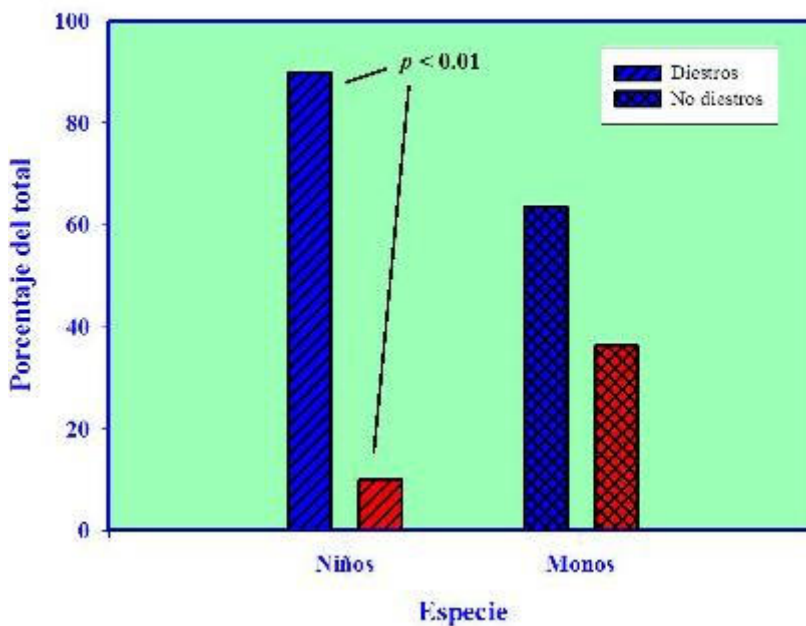
- 1) Nuestros datos con el Inventario Modificado respaldan el concepto de la presencia de lateralidad manual en los monos.
- 2) El Inventario Modificado parece ser una herramienta confiable que puede ser usada para estudiar lateralidad en primates no humanos.
- 3) Los monos *Cebus* spp tiene lateralidad pero su expresión genética a nivel poblacional sigue un patrón aleatorio.

### Legendas de las figuras:



**Figura N° 1:** Disposición experimental para el uso del Inventario Modificado en la evaluación de la destreza manual en la *Cebus* spp. Tres investigadores estaban presentes simultáneamente en la ejecución de las pruebas del Inventario. Tomando como referencia la posición de grabación por la video-cámara, uno a la derecha (e), el otro a la izquierda (no se ve en la filmación) y el operador de la cámara. En la fotografía se ve al sujeto Pingo (a) en el momento de ejecutar la tarea del matamoscas (d). La mesada de trabajo (c) inmediatamente al frente del animal que estaba en el compartimiento de aislamiento (b).

### Destreza manual en niños y monos.



**Figura N° 2:** Proporciones de niños y de monos diestros y no-diestros según el Inventario de Edimburgo y el Modificado. El número de niños totales fue de 30 y el de monos 11.

## Agradecimientos

El desarrollo de este trabajo contó con el apoyo de los subsidios del Instituto de Ciencias de la Salud, Fundación H. Barcelo, sede La Rioja y la Secretaría de Ciencia, Técnica y de Postgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

**Tabla Nº 2:** Características demográficas de la muestra de niños de La Rioja.

Edad (años) X ± SEM	Raven (escore) X ± SEM	Coefficiente Intelectual (percentilo) X ± SEM
10.7 ± 0.11	24.4 ± 1.2	54.2 ± 3.2

## Bibliografía

1. Broca, P. (1864) En: Bulletins et memoires de la Societé Anatomique de Paris. 36: 330-357 (Anatomical Society of Paris, Paris).
2. Wernicke, C. (1874) Der aphasische symptomcomplex. Franck & Weigert, Breslau.
3. Previc, F.H. (1994) The relationship between eye dominance and head tilt in humans. *Neuropsychologia* 32: 1297-1303.
4. Dimberg, U., Petterson, M. (2000) Facial reactions to happy and angry facial expressions: Evidence for right hemisphere dominance. *Psychophysiol* 37: 693-696.
5. Spinozzi, G., Truppa, V., Lagana, T. (2004) Grasping behavior in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): grip types and manual laterality for picking up a small food item. *Am J Phys Anthropol* 125: 30-41.
6. Klar, A.J.S. (1999) Genetic models for handedness, brain lateralization, schizophrenia, and manic-depression. *Schizophrenia Res* 39: 207-218.
7. Amunts, K., Jancke, L., Mohlberg, H., Steinmetz, H., Zilles, K. (2000) Inter-hemispheric asymmetry of the human motor cortex related to handedness and gender. *Neuropsychologia* 38: 304-312.
8. Ratti, S.G., Rearte, S.N., Alvarez, E.O. (2005) Phenotypic characterization attributable to the HSR gene in children from La Rioja (Argentina): expression by gender. *BioCell* 29: 376.
9. Ratti, S.G., Rearte, S.N., Alvarez, E.O. (2005) Handedness, brain asymmetry, and writing capacity in children from 2 regions of La Rioja (Argentina): an association analysis. *BioCell* 29: 376.
10. Whishaw, I.Q., Coles, B.L.K. (1996) Varieties of paw and digit movements during spontaneous food handling in rats: Postures, bimanual coordination, preferences, and the effect of forelimb cortex lesions. *Behav Brain Res* 77: 135-148.
11. Inskip, P.D., Tarone, R.E., Brenner, A.V., Fine, H.A., Black, P.M., Shapiro, W.R., Selker, R.G., Linet, M.S. (2003) Handedness and risk of brain tumors in adults. *Cancer Epidemiol biomarkers Preven* 12: 223-225.
12. Johansson, R.S., Theorin, A., Westling, G., Andersson, M., Ohki, Y., Nyberg, L. (2006) How a lateralized brain supports symmetrical bimanual tasks. *Plos Biol* 4: 1025-1034.
13. Weber, B., Hoppe, C., Faber, J., Axmacher, N., Fliessbach, K., Mormann, F., Weis, S., Ruhlmann, J., Elger, C.E., Fernández, G. (2006) Association between scalp hair-whorl direction and hemispheric language dominance. *Neuroimage* 30: 539-543.

14. Laska, M., Tutsch, M. (2000) Laterality of tail resting posture in three species of New World primates. *Neuropsychologia* 38: 1040-1046.
15. Francks, C., Fischer, S.E., Marlow, A.J., MacPhie, I.L., Taylor, K.E., Richardson, A.J., Stein, J.F., Monaco, A.P. (2003) Familial and genetic effects on motor coordination, laterality, and reading-related cognition. *Am J Psych* 160: 1970-1977.
16. Limb, C.J., Kemeny, S., Ortigoza, E.B., Rouhani, S., Braun, A.R. (2006) Left hemisphere lateralization of brain activity during passive rhythm perception in musicians. *Anat rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 288: 382-389.
17. Alvarez, E.O., Banzan, A.M. (2004) Activación histaminérgica simultánea de la amígdala baso-lateral y accumbens del hemisferio izquierdo en la rata: efectos en la exploración de ambientes conflictivos. *Medicina* 64: 175-176.
18. Alvarez, E.O., Banzan, A.M. (2005) Evidencias de lateralización funcional en la amígdala baso-lateral (ABL) de la rata en la exploración de ambientes conflictivos y no conflictivos. *Medicina* 65: 69-70.
19. Johnson, S.H., Corballis, P.M., Gazzaniga, M.S. (2001) Within grasp but out of reach: evidence for a double dissociation between imagined hand and arm movements in the left cerebral hemisphere. *Neuropsychologia* 39: 36-50.
20. Dimberg, U., Petterson, M. (2000) Facial reactions to happy and angry facial expressions: evidence for right hemisphere dominance. *Psychophysiol* 37: 693-696.
21. Kosslyn, S.M., Maljkovic, V., Hamilton, S.E., Horwitz, G., Thompson, W.L. (1995) Two types of image generation: evidence for left and right hemisphere processes. *Neuropsychologia* 33: 1485-1510.
22. Gutnik, B.J., Mackie, H.W., Guo, W., Nicholson, J. (2001) Lateral difference in reaction times to lateralized auditory stimuli. *Indian J. Physiol Pharmacol* 45: 63-70.
23. Annett, M. (1996) Laterality and types of dyslexia. *Neurosci Biobehav Rev* 20: 631-636.
24. Raymond, M., Pontier, D. (2004) Is there geographical variation in human handedness? *Laterality* 9: 35-51.
25. Francks, C., Maegawa, S., McAuley, E.Z., Richardson, A.J., Stein, J.F., Oshimura, M., Monaco, A.P. (2004) A novel imprinted locus on chromosome 2p12 associated with relative hand skill in humans. XII World Congress of Psychiatric Genetics, Abstract 02.5, Burlington Hotel, Dublin, Ireland, 9-13 october.
26. Bishop, D.V.M. (2001) Individual differences in handedness and specific speech and language impairment: evidence against a genetic link. *Behav Genetics* 31: 339-351.
27. Laland, K., Kumm, J., Van Horn, J.D., Feldman, M.W. (1995) A gene-culture model of human handedness. *Behav Genetics* 25: 433-445.
28. Klar, A.J.S. (2003) Human handedness and scalp hair-whorl direction develop from a common genetic mechanism. *Genetics* 165: 269-276.
29. Oldfield, R.C. (1971) The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 9: 97-113.
30. Corballis, M.C. (1991) *En: The lopsided ape: evolution of the generative mind.* New York, Oxford University Press.
31. Harris, L.J. (1993) Handedness in apes and monkeys: some views from the past. *En: Ward, J.P., Hopkins, W.D. (editors) Primate laterality-Current behavioral evidence for primate asymmetries*, New York, Springer, pp.1-41.
32. Spinozzi, G., Cacchiarelli, B. (2000) Manual laterality in haptic and visual reach-

ing tasks by tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). An association between hand preference and hand accuracy for food discrimination. *Neuropsychologia* 38: 1685-1692.

33. Rogers, I.J., Bradshaw, L. (1996) Motor asymmetries in birds and non-primate mammals. En: Elliot, D., Roy, E.A. (editors), *Manual Asymmetries in Motor Performance*. New York, CRC Press, pp. 3-31.
34. Alvarez, E.O., Banzan, A.M. (2006) Lateralidad en el comportamiento exploratorio de ambientes novedosos en ratas. En: *Resúmenes XX Jornadas de Investigación y II de Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo*, Tomo I, Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo (EDIUNC), pp. 217-218.
35. Alvarez, E.O., Abrego, V.A. (2006) Modelos comportamentales de preferencia de elección en ratas. En: *Resúmenes XX Jornadas de Investigación y II de Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo*, Tomo I, Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo (EDIUNC), pp. 218.
36. Lüscher, M. (1974) En: *Test de los Colores*, Editorial Paidós, Buenos Aires.
37. D'Alfonso, P., Biedma, C. (1960) En: *El Lenguaje del Dibujo*, Editorial Kapelusz, Buenos Aires.
38. Raven, J.C. (1974) En: *Test de Matrices Progresivas para la Medida de la Capacidad Intelectual*, Editorial Paidós, Buenos Aires.
39. Rife, D.C. (1940) Handedness, with special reference to twins. *Genetics* 28: 178-207.
40. Perelle, I.B., Ehrman, L. (1983) The development of laterality. *Behav Sci* 28: 284-297.
41. Fagot, J., Vauclair, J. (1991) Manual laterality in nonhuman primates: a distinction between handedness and manual specialization. *Psychol Bull* 109: 76-89.
42. Hopkins, W.D., Rabinowitz, D.M. (1997) Manual specialization and tool use in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*): the effect of unimanual and bimanual strategies on hand preference. *Laterality* 2: 267-277.
43. Parr, L.A., Hopkins, W.D., de Waal, F.B.M. (1996) Haptic discrimination in capuchin monkeys (*Cebus apella*): evidence of manual specialization. *Neuropsychologia* 35: 143-152.
44. Schick, K.D., Toth, N. (1993) *Making silent stones speak: Human evolution and the dawn of technology*, New York, Simon & Schuster.
45. Westergaard, G.C., Suomi, S.J. (1994) Hand preference in the use of nut-cracking tools by tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Folia Primatol* 61: 38-42.
46. Frost, G.T. (1980) Tool behavior and the origins of laterality. *J Hum Evol* 9: 447-459.
47. Kimura, D. (1979) Neuromotor mechanisms in the evolution of human communication. En: *Neurobiology of Social Communication in Primates*, Steklis, H.D., Raleigh, M.J., editors, San Diego, Academic Press, pp. 197-219.
48. Westergaard, G.C., Suomi, S.J. (1996) Hand preferences for stone artefact production and tool-use by monkeys: possible implications for the evolution of right-handedness in hominids. *J Hum Evol* 30: 291-298.